

## *Savremena High-end Cevna Pojačala zasnovana na torusnom izlaznom transformatoru*

### 17 | **Gitarsko pojačalo sa Torusnim Izlaznim Transformatorom**

Ovo poglavlje predstavlja jednu od mojih najranijih konstrukcija koja je zasnovana na torusnim izlaznom transformatoru, koja je prvi put objavljena 1985 godine. To je 30 watno gitarsko pojačalo, sa četiri cevi EL84 u izlaznom stepenu i ECC81 u jednostavnoj konfiguraciji obrtača faze. Iako je očigledno projektovano kao instrumentalno pojačalo, našlo je punu primenu u high-end audio sistemima.

#### 17.1 | **Šema kola VDV40**

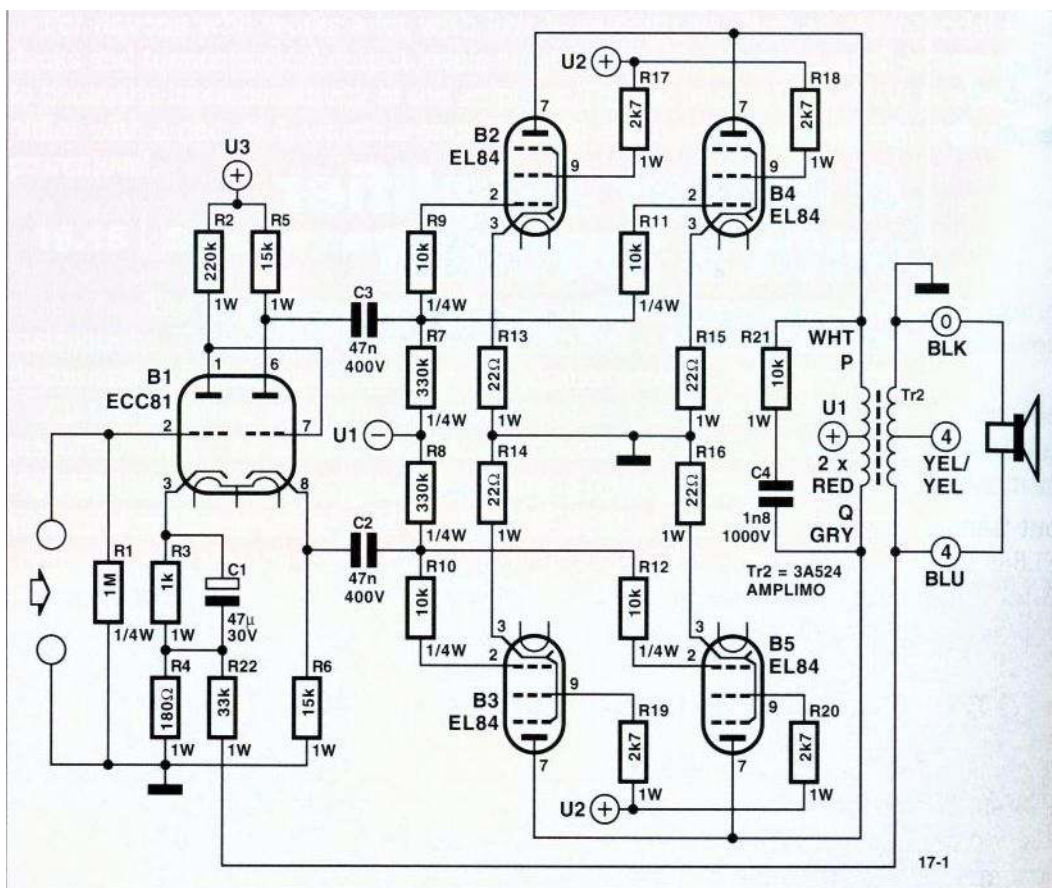
Na umu sam imao tipično pojačalo za gitaru kada sam počeo da konstruišem VDV40. Karakteristike takvog pojačala su: (1) mala povratna sprega, a zbog toga i nizak damping faktor, koji obezbeđuje tipičnu boju, (2) mnogobrojne izlazne priključke za povezivanje svih mogućih tipova zvučnika, (3) oko 30 do 40 wati izlazne snage i (4) visoka ulazna osetljivost zbog neophodne pobude. Namera mi je bila da bude za samograditelje, što znači da bi bilo lako za izradu, sa štampanom pločom i minimalnim podešavanjima. Obzirom na primenu, frekventni opseg je pozamašan i ide do 30 kHz.

Nakon objavljivanja konstrukcije, dogodilo se nešto neočekivano: tipični „hi-fi“ čitaoci počeli su da komentarišu o njemu – „kakvo je to sjajno pojačalo, toplog i blagog zvuka“ – i primio sam mnogobrojne reakcije ljudi koji su bili zainteresovani da pridruže VDV40 svojim stereo sistemima. To nije bila moja namera! Ipak, te reakcije su me ubedile da pridružim i ovu staru Vanderveen-ovu konstrukciju ovoj knjizi.

Slike 17.1 i 17.2 prikazuju šematski prikaz pojačala i njegovog napajanja. Oba su smeštena na jednostavnoj štampanoj ploči.

Predpojačalo se sastoji od ECC81 u triodnom modu sa razdvojenim katodnim otpornikom ( $C_1 \parallel R_3$ ). Zahvaljujući razdvajanju, njegovo pojačanje je prilično veliko, od oko 40. Povratna sprega se ostvaruje preko otpornika  $R_4$ , u donjem delu katodnog niza.

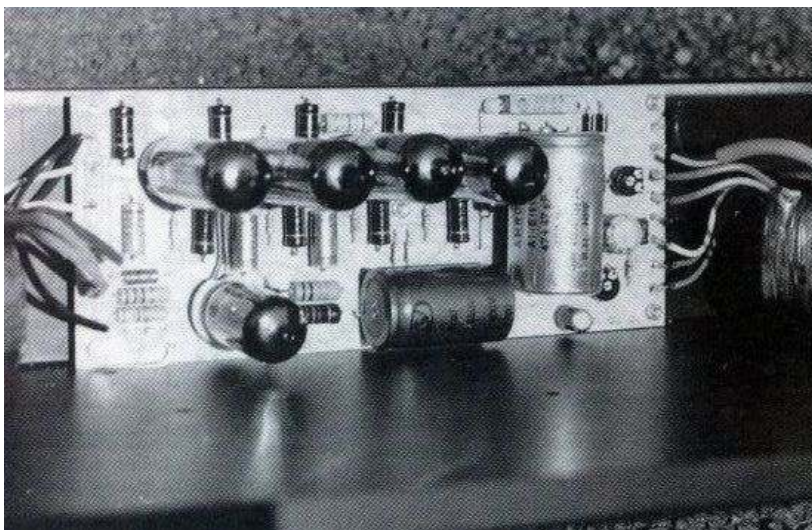
Druga polovina ECC81 je jednostavan i pouzdan obrtač faze. Sve što mu je potrebno su dva otpornika jednakih vrednosti ( $R_5$  i  $R_6$ ) na anodi i katodi.



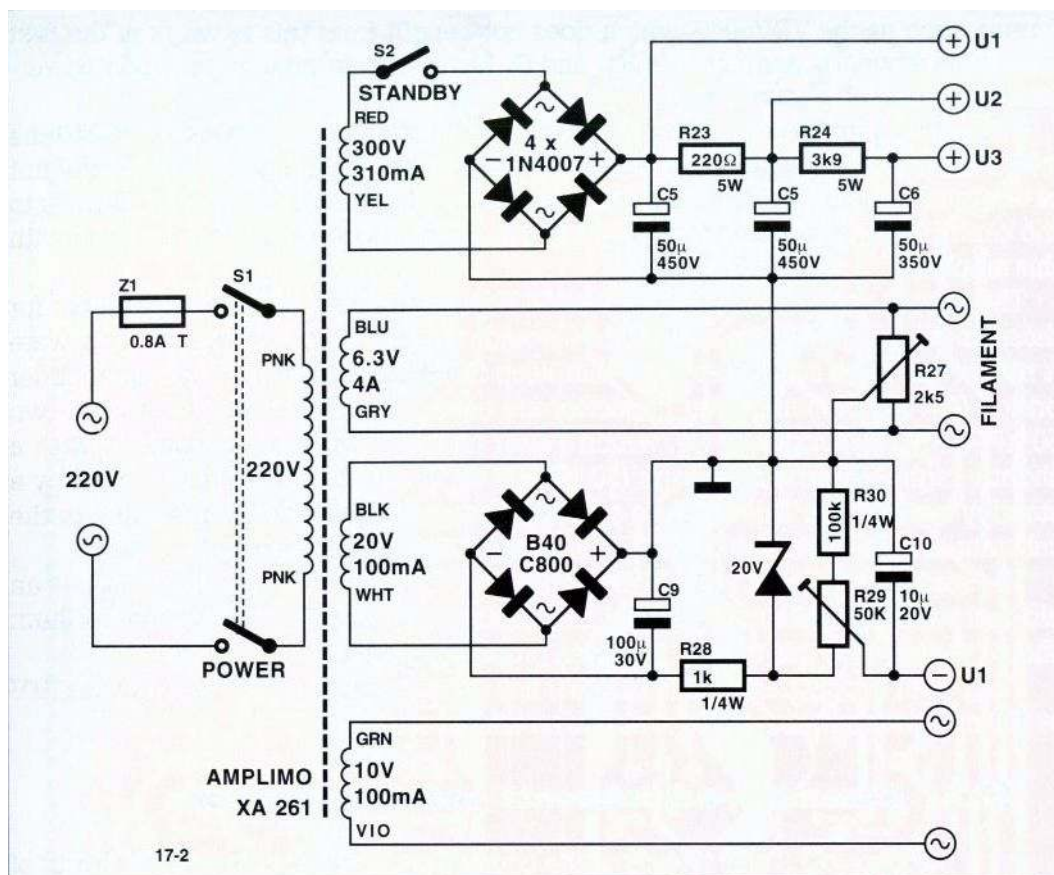
Slika 17.1 Šema audio sekcije pojačala VDV40

Postoje samo dva kondenzatora na celom zvučnom putu:  $C_2$  i  $C_3$ . Oni provode izlazni signal iz obrtača faze do izlaznih cevi. Četiri EL84 su raspoređeni kao dva para, svi sa prednaponom od jednog istog negativnog napajanja. Ovakva konfiguracija ne dozvoljava podešavanje prednapona sa svaku cev posebno, pa zato cevi moraju biti pažljivo uparene. Izvor negativnog napona napajanja sastoji se od B40C800 ispravljača, filter kondenzatora ( $C_9$ ) i 20 V Zener diode ( $Z_1$ ). Izlazni napon se može podesiti pomoću trimera  $R_{29}$ . Linija prednapona je kratko spojena za AC signale sa  $C_{10}$ , koji ujedno sprečava curenje muzičkog signala.

Rešetke dobijaju napon preko otpornika 2.2 K $\Omega$ , 1 W, jer su gitarska pojačala preopterećena u većini vremena, i ovo prouzrokuje velike struje rešetki. Da ove struje nisu ograničene otpornicima, rešetke bi isparile za kratko vreme. Iako otpornici smanjuju damping faktor pojačala, smanjenjem njihovih vrednosti bi dovelo do znatnog skraćivanja životnog veka nesrećnih cevi.



Slika 17.5 VDV40 smešten u 19'' rek kućište



Slika 17.2 Šema napajanja pojačala VDV40.

Parovi anoda su povezane za primar izlaznog transformatora. To je model 3A524, transformatora specijalno konstruisanog za gitarska pojačala. Katode su pojedinačno povezane na uzemljenje preko otpornika od 22 Ω. Oni imaju dve uloge: prva, omogućuju lako merenje mirne struje svake cevi – na primer, 20 miliampera će proizvesti 0.44 volti, što se lako može izmeriti. Drugo, peglaju male neusklađenosti između parova cevi. Ako su cevi dobro uparene, mogu se izostaviti ili smanjiti na oko 1Ω, što će malo povećati damping faktor.

Prvobitno sam dodao malu mrežu, koja se sastojala od  $R_{21}$  i  $C_4$ , preko primara izlaznog transformatora koja prigušuje preopterećenje u odzivu pravougaonog signala. Ovo je korisan dodatak high-end aplikacijama, ali ne i instrumentalnim pojačalima, zato što će bogate visoko-frekvencijske komponente u izobličenom signalu gitare termički preopteretiti  $R_{21}$  osim ako se ne koristi tip od 10 wati (!). Jos važnije, kada sam ponovo preispitao mogućnost dodavanja ovog pojačala u ovu knjigu, takođe sam preispitao i mogućnost korišćenja novijeg izlaznog transformatora, kao što je VDV6040, koji na prvom mestu i nema koristi od ove mreže. Zbog toga su komponente  $R_{21}$  i  $C_4$  izostavljene kod nove verzije stampane ploče.

Signal sa sekundarnog dela izlaznog transformatora se vraća preko  $R_{22}$  do ulazne tačke katode predpojačala. Kao što je već pomenuto, nivo povratne sprege je mali, taman dovoljna da proizvede mali damping faktor na izlazu. Zahvaljujući centralnom priključku na sekundarnom namotaju, 4 ili 8 omski zvučnici se mogu koristiti sa ovim pojačalom.

Napon je visok – oko 450 volti – što dozvoljava puno prostora za impulsivne signale gitare. EL84 ne bi izdržala dugo ovakav napon, da nije bilo velikog otpornika rešetke koji je štiti od oštećenja. Koristi se jednostavni ispravljački most (4 x 1N4007) zajedno sa filterskim kondenzatorom. Prvobitno pojačalo koristilo je dva kondenzatora od 50 µF/450 V za  $C_5$ , koja sam kasnije zamenio sa dva kondenzatora sa malo većim maksimalnim naponom (50 µF/500 V). Visoki napon se isključuje pomoću standby prekidača ( $S_2$ ). Ovo mora biti snažni prekidač, dobro izolovan, zbog znatne struje punjenja  $C_5$  i  $C_6$  i zbog prekidanja visokog napona.

Standardna linija grejanja (6.3 V) je povezana sa uzemljenjem preko trimera R<sub>27</sub> – staromodni ali delotvoran način za eliminisanje brujanja. Poslednji trag brujanja treba da nestane kada se ovaj trimer potenciometar ispravno podesi.

Mrežni transformator (XA261) ima dodatan namotaj od 10 V 100 mA za napajanje efekata, ili za nešto drugo po želji.

## 17.2 | Sastavljanje, podešavanje i specifikacija

Slike 17.3 i 17.4 daju prikaz strane komponenti i izgled bakarnih vodova jednostrane štampane ploče. One same sebe objašnjavaju.

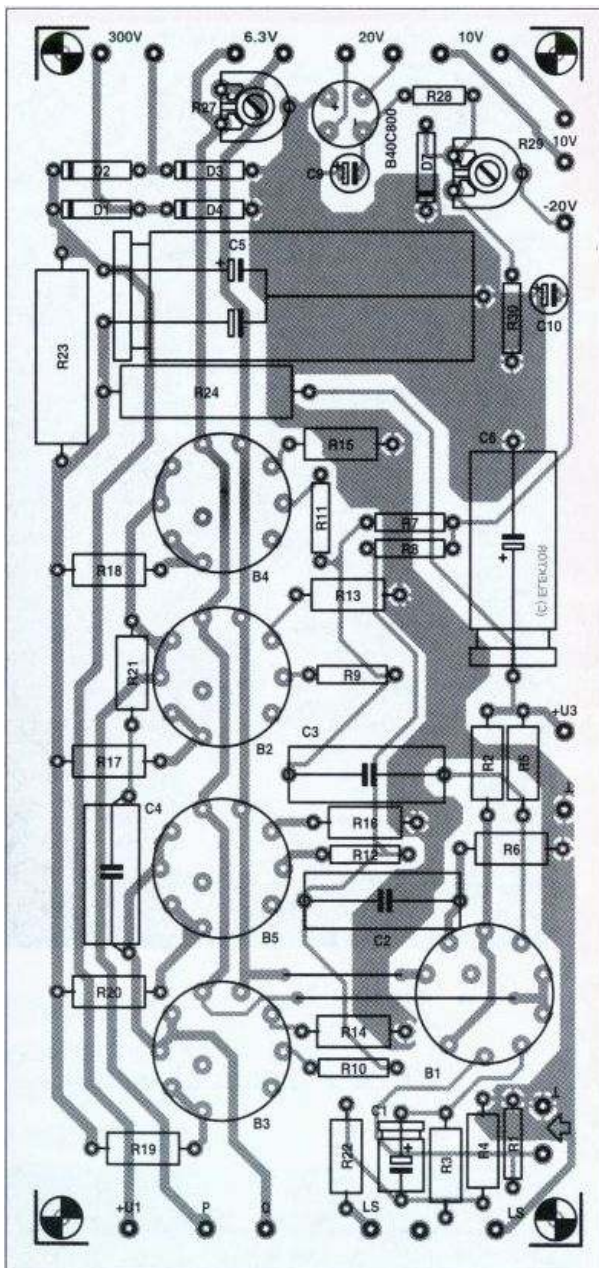
Ipak, štampana ploča je znatno unapređena i modernizovana primenom LEP<sup>®</sup> tehnologije. Nova dvostrana štampana ploča, dimenzija 20.4 x 8.0 cm, je zaštićena debelom slojem kalaja, sa jasno odštampanim oznakama i vrednostima komponenti. Oznaka ove štampane ploče je VDV40. Za više informacija obratite se dobavljačima navedenim u prilogu.

Slika 17.5 prikazuje kako se ovo pojačalo može lako montirati unutar 19“ rek kućišta (2 standardne jedinice visine), sa dva transformatora sa obe strane PCB štampane ploče i sa cevima smeštenim horizontalno. Velike ventilacione rupe na vrhu i dnu su naravno neophodne.

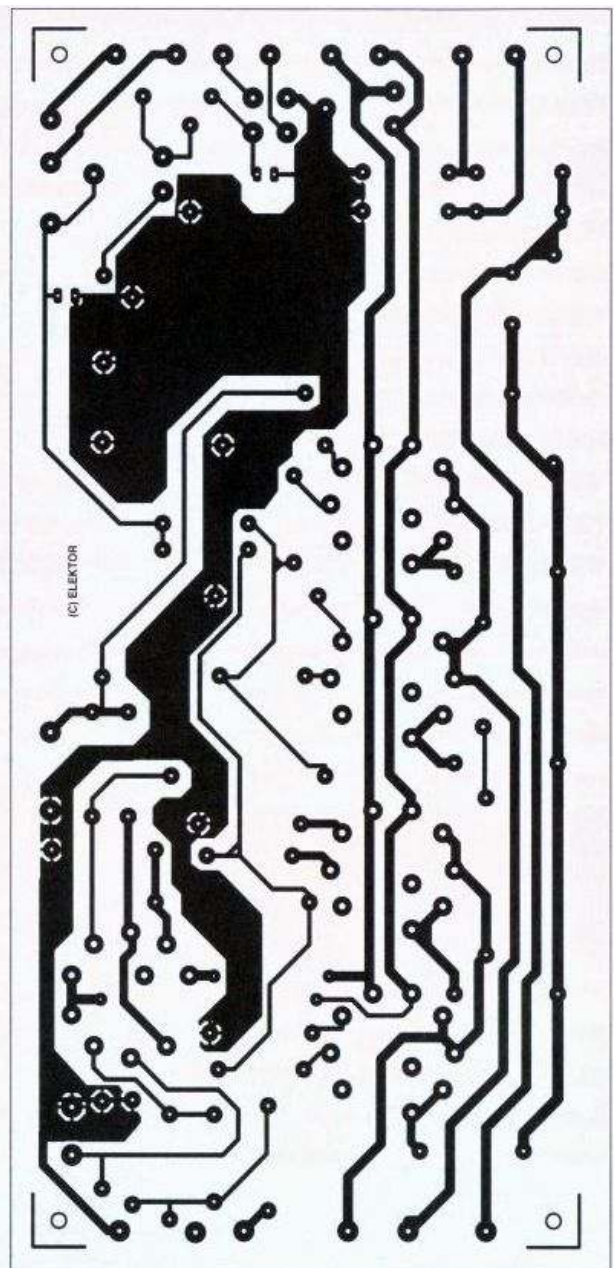
Kada je pojačalo sastavljeno vreme je da se po prvi put priključi na napajanje. Nemojte još da postavite izlazne cevi u njihova podnožja i postavite S<sub>2</sub> u poziciju standby. Uključite mrežni napon i okrenite trimer R<sub>29</sub> do kraja. Proverite da li je napon na pinu 2 svake EL84 utičnice -20 V. Sada možete staviti cevi i uključiti visoki napon. Izmerite napone na R<sub>13</sub>, R<sub>14</sub>, R<sub>15</sub> i R<sub>16</sub>. Podesite R<sub>29</sub> tako da bude 0.44 V, što odgovara mirnoj struji od 20 mA. Ovo je preporučena vrednost za gitarsku primenu.

| VDV40 valve amplifier specifications |   |
|--------------------------------------|---|
| Valves:                              | ECC81, 4 x EL84   |
| Continuous output power:             | 30 W (THD < 1 %, 1 kHz)                                     |
| Peak output power:                   | 40 W (30 ms pulse)  |
| Frequency range (-3 dB):             | 15 Hz - 33 kHz (with 3A524 transformer)                     |
| Frequency range (-3 dB):             | 15 Hz - 80 kHz (with VDV6040 transformer, ultralinear mode) |
| Output impedance:                    | 4 Ω and 8 Ω (with 3A524 transformer)                        |
| Input impedance:                     | 1 MΩ  |
| Input sensitivity:                   | 300 mV <sub>eff</sub> (ref. 30 W in 8 Ω)                    |
| Noise and hum:                       | -93 dB with matched power valves (ref. 30 W in 8 Ω)         |

**Tabela 17.1** Specifikacija VDV40



Slika 17.3 Strana komponenti VDV40



Slika 17.4 strana vodova VDV40

Anodna disipacija je sada 9 wati po cevi. To bi trebalo da obezbedi dugotrajno trajanje cevi. Za „hi-fi“ upotrebu, mirna struja može biti povećana do 30 mA. Na ovom nivou disipacija raste do maksimalnog dozvoljenog nivoa od 12 wati, a unutrašnji otpor i izobličenje se svodi na minimum – što se može očekivati kod „hi-fi“ pojačala. Preporučio bih Sovtek EL84WA cev, koja je snažna vojna verzija EL84. Ona kombinuje dug životni vek sa odličnim kvalitetom zvuka.

Završiću ovo poglavlje sa listom specifikacija u tabeli 17.1. Ona predstavlja izmerene performanse ovog jednostavnog, ali i jakog pojačala. Prvobitni izlazni transformator (3A524) stvara frekventnu širinu opsega od „samo“ 33 kHz; to se lako može povećati do 80 kHz, kao što su kasniji eksperimenti sa VDV6040 transformatorom pokazali. Iako je skuplji, noviji transformator preporučeno je za „hi-fi“ primene i ima dodatnu prednost u mogućnosti korišćenja ultralinearne konfiguracije. Da bi se to učinilo, otpornik mora biti povezan sa priključkom na osnovnom namotaju. Dalje informacije mogu se naći u poglavlju 11.